

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Laurent OUVRY, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: NON-COHERENT DP-MOK RECEPTION PROCESS WITH COMBINATION OF MULTIPLE PATHS AND CORRESPONDING RECEIVER

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
FRANCE	00 10981	August 28, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

30 JUL. 2001

Fait à Paris, le \_\_\_\_\_

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2


Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>28 AOUT 2000</b> LIEU <b>INPI</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>05 10 98 1</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>28 AOUT 2000</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  BREVATOME 3 rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) B13531..3/RS DD 2051			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> PROCEDE DE RECEPTION NON COHERENTE DP-MOK AVEC COMBINAISON DE TRAJETS MULTIPLES ET RECEPTEUR CORRESPONDANT.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	31-33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75752	PARIS 15ème
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2**

<b>Réservé à l'INPI</b>	
REMISE DES PIÈCES DATE <b>28 AOUT 2000</b> LIEU <b>INPI 75</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0020981</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
DB 540 W / 260899	
<b>Vos références pour ce dossier : (facultatif)</b>	B 13531.3/RS DD 2051
<b>6 MANDATAIRE</b>	
Nom	SIGNORE
Prénom	Robert
Cabinet ou Société	BREVATOME 422.5/S002
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	7068 du 12.06.98
Adresse	Rue
	Code postal et ville
	3 rue du Docteur Lancereaux
	75008 PARIS
N° de téléphone (facultatif)	01.53.83.94.00
N° de télécopie (facultatif)	01.45.63.83.33
Adresse électronique (facultatif)	spibrev@easynetfr.
<b>7 INVENTEUR (S)</b>	
Les inventeurs sont les demandeurs	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>	Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance	Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>	Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):
Si vous avez utilisé l'imprimé «Sulte», indiquez le nombre de pages jointes	
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  R. SIGNORE 422-5 S/002	<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

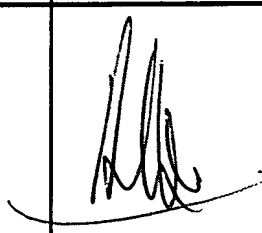
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 2.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		B 13531.3/RS DD 2051	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0010981	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE RECEPTION NON COHERENTE DP-MOK AVEC COMBINAISON DE TRAJETS MULTIPLES ET RECEPTEUR CORRESPONDANT.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		OUVRY	
<b>Prénoms</b>		Laurent	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	33, Avenue Jeanne d'Arc	
	<b>Code postal et ville</b>	38100	GRENOBLE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		LEQUEPEYS	
<b>Prénoms</b>		Jean-René	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	4, rue de la République	
	<b>Code postal et ville</b>	38600	FONTAINE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		DANIELE	
<b>Prénoms</b>		Norbert	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	110, chemin de la Souchière	
	<b>Code postal et ville</b>	38330	MONTBONNOT
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 28 AOUT 2000  R. SIGNORE 422-5 S/002			



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./2.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		B 13531.3/RS DD 2051	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		00 10981	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE RECEPTION NON COHERENTE DP-MOK AVEC COMBINAISON DE TRAJETS MULTIPLES ET RECEPTEUR CORRESPONDANT.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		NOGUET	
Prénoms		Dominique	
Adresse	Rue	4, rue Claude Debussy	
	Code postal et ville	38100	GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 28 AOUT 2000  R. SIGNORE 422-5 S/002			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDECATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
17				23/01/2001	FA-29/01/2001

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

**PROCEDE DE RECEPTION NON COHERENTE DP-MOK  
AVEC COMBINAISON DE TRAJETS MULTIPLES  
ET RECEPTEUR CORRESPONDANT**

5

**DESCRIPTION**

**Domaine technique**

La présente invention a pour objet un procédé de réception non cohérente DP-MOK avec combinaison de trajets multiples et un récepteur correspondant.

L'invention trouve une application générale dans les communications numériques et plus particulièrement dans les réseaux locaux sans fil (WLAN), dans les boucles locales d'abonnés sans fil (WLL), en téléphonie mobile, en domotique et télécollecte, en communication dans les transports, etc...

**Etat de la technique antérieure**

L'invention relève de la technique d'étalement de spectre. On sait que cette technique consiste en la modulation d'un symbole numérique à transmettre par une séquence pseudo-aléatoire connue de l'utilisateur. Chaque séquence est composée de N éléments appelés "chips", dont la durée est le  $N^{\text{ième}}$  de la durée d'un symbole. Il en résulte un signal dont le spectre est étalé sur une plage N fois plus large que celle du signal original. A la réception, la démodulation consiste à corrélérer le signal reçu avec la séquence utilisée à l'émission pour retrouver le symbole de départ.

Les avantages de cette technique sont nombreux :

- discrétion, puisque la puissance du signal émis étant constante et répartie dans une bande N fois plus large, sa densité spectrale de puissance est réduite d'un facteur N ;
- immunité vis-à-vis des émissions à bande étroite volontaires ou parasites, l'opération de corrélation réalisée au niveau du récepteur conduisant à l'étalement spectral de ces émissions ;
- difficulté d'interception (pour les rapports signal à bruit usuels), puisque la démodulation requiert la connaissance de la séquence utilisée à l'émission ;
- résistance aux trajets multiples qui, sous certaines conditions, provoquent des évanouissements sélectifs en fréquence et donc n'affectent que partiellement le signal émis ;
- possibilité d'un accès multiple à répartition par les codes (AMRC ou CDMA en anglais pour "Code Division Multiple Access") : plusieurs liaisons à étalement de spectre par séquence directe peuvent partager la même bande de fréquence en utilisant des codes d'étalement orthogonaux.

Mais cette technique présente un inconvénient qui est sa faible efficacité spectrale. On désigne par là le rapport entre le débit en données binaires et la largeur de la bande occupée. Si chaque symbole de données contient  $m$  bits, le débit en données binaires est égal à  $m$  fois le débit en symboles, soit  $mD_s$ . Quant

à la bande occupée, elle est égale au double de la fréquence en "chips", c'est-à-dire à  $2N$  fois le débit en symboles, soit  $2NDs$ . On a donc, finalement, une efficacité spectrale égale au rapport  $\frac{mDs}{2NDs}$ , soit  $\frac{m}{2N}$ .

5 On pourrait penser augmenter l'efficacité spectrale en diminuant  $N$ , mais cela irait à l'encontre des qualités propres à l'étalement et, notamment, nuirait à l'immunité des transmissions. On pourrait aussi penser augmenter le débit en symboles, mais le  
10 phénomène d'interférences entre symboles irait en s'aggravant.

Une autre solution consisterait à avoir recours à l'accès multiple à répartition par les codes (AMRC) et, en particulier, à sa variante synchrone (dite, en  
15 anglais MC-CDMA pour "Multi Code-Code Division Multiple Access"). Mais cette méthode a également ses limites liées à l'apparition d'interférences d'accès multiple.

Une dernière solution consisterait à augmenter  $m$ , nombre de données binaires par symbole, ce qui  
20 conduirait à utiliser des modulations complexes, dites d'ordre supérieur. On peut rappeler en quoi elles consistent pour deux d'entre elles à savoir la modulation dite PSK ou "Phase Shift Keying", qui est une modulation (ou un codage) de phase, et la  
25 modulation dite MOK pour "M-ary Orthogonal Keying" ou modulation orthogonale d'ordre  $M$ . On peut en trouver une description dans deux ouvrages généraux :

- Andrew J. VITERBI : "CDMA-Principles of Spread Spectrum Communication" Addison-Wesley Wireless  
30 Communications Series, 1975,

- John G. PROAKIS : "Digital Communications"  
McGraw-Hill International Editions, 3<sup>ème</sup>  
édition, 1995.

5 S'agissant tout d'abord de la modulation de phase,  
il s'agit le plus souvent d'une modulation binaire,  
notée BPSK, ou quaternaire, notée QPSK. Dans le premier  
cas, on code des symboles à un élément binaire ( $m=1$ ) et  
dans le second des symboles à deux éléments binaires  
( $m=2$ ).

10 Ces modulations sont le plus souvent mises en  
oeuvre sous leur forme différentielle (DBPSK, DQPSK),  
(en abrégé, par la suite "DP"), qui assure une bonne  
robustesse dans les canaux difficiles, dès lors  
qu'aucune boucle de récupération de phase n'est  
15 nécessaire. Cette forme différentielle est aussi très  
bien adaptée au traitement de la diversité des trajets  
de propagation.

A la réception, un démodulateur différentiel  
effectue la multiplication entre le signal à démoduler  
20 et sa version retardée d'une période symbole. Dans le  
cas de la modulation quaternaire, on utilise deux voies  
de signal, une voie qui traite la composante du signal  
en phase avec une porteuse et une autre voie qui traite  
la composante en quadrature avec la porteuse.

25

S'agissant maintenant de la modulation MOK, il  
s'agit d'une technique dans laquelle on associe à  
chaque symbole à émettre un signal pris parmi un  
ensemble de signaux orthogonaux. Ces signaux peuvent  
30 être des codes d'étalement d'une même famille de codes  
orthogonaux. Dans ce cas, la modulation réalise aussi

l'étalement. Mais ces signaux peuvent aussi ne pas être parfaitement orthogonaux car la contrainte d'orthogonalité est moins forte qu'il n'y paraît. Mais naturellement, dans ce cas les performances sont moins bonnes.

Si un symbole est constitué de  $m$  bits, il existe  $2^m$  configurations possibles pour les symboles. Le nombre  $M$  de codes disponibles doit donc être au moins égal à  $M$ , avec  $M=2^m$ . Si la longueur de ces codes est  $N$ , on sait qu'on peut trouver  $N$  codes orthogonaux. On a donc  $M=N$  et le nombre de bits par symbole est donc limité à  $\log_2 N$ .

Un récepteur MOK connu est illustré sur la figure 1 annexée. On y voit une batterie de filtres adaptés  $10_1, 10_2, \dots, 10_M$ , suivis d'autant d'échantillonneurs  $12_1, 12_2, \dots, 12_M$ , des circuits  $14_1, 14_2, \dots, 14_M$  de détermination du module ou du carré du module du signal échantillonné, un circuit 16 de détermination du signal qui présente le plus fort module, autrement dit de détermination du numéro de la voie correspondant au plus fort signal, un circuit 18 qui, à partir du numéro de cette voie, restitue le code donc le symbole.

La technique MOK connaît une variante dite MBOK ("M-ary Bi-Orthogonal Keying") consistant à ajouter au jeu de signaux orthogonaux utilisés dans une modulation MOK leurs opposés pour constituer un jeu de  $2M$  signaux, qui ne sont évidemment plus tous orthogonaux entre eux. La démodulation utilise encore  $M$  corrélateurs, adaptés à chacun des  $M$  codes orthogonaux, mais nécessite en outre des moyens de récupération du signe.

Si, pour augmenter l'efficacité spectrale, on augmentait d'une unité le nombre  $m$  d'éléments binaires dans chaque symbole, le nombre  $M$  de codes disponibles serait doublé, ce qui multiplierait par 2 le nombre de  
5 voies du récepteur. La complexité s'accroît donc beaucoup plus vite que l'efficacité spectrale. Cette technique présente donc certaines limites.

Les modulations MOK et MBOK sont utilisées dans  
10 certains systèmes de communications numériques, en liaison avec une structure de réception cohérente, laquelle nécessite la connaissance de la phase de la porteuse. L'envoi d'un préambule, avant l'émission des données utiles, est un procédé classique permettant  
15 l'estimation de cette phase. Cependant, dans les canaux soumis à des évanouissements et/ou à des trajets multiples, la phase de la porteuse subit des variations qui peuvent être rapides et que le système de réception doit détecter et compenser. Cela s'obtient généralement  
20 par l'émission périodique de préambules qui occupent alors le canal et entraînent une diminution du débit de données utiles. Selon ce schéma, les durées du préambule et du paquet de données utiles doivent être inférieures au temps de cohérence du canal (temps  
25 pendant lequel le canal est considéré comme étant stationnaire). De plus, la complexité de la structure de réception est accrue.

Pour ces raisons, l'homme de l'art préfère avoir recours à des schémas de démodulation non cohérente, ou  
30 différentiellement cohérente, qui ne nécessitent pas la connaissance de l'information de phase. Ces techniques

éliminent le recours aux préambules longs, aux estimateurs de phase et aux dérotateurs de phase, au prix d'une légère perte de sensibilité. Par ailleurs, la démodulation non cohérente simplifie très fortement le traitement de la diversité des trajets de propagation puisque chaque trajet possède, entre autres, sa propre phase (et donc nécessiterait son propre estimateur de phase dans un schéma cohérent).

On connaît par ailleurs des récepteurs à étalement de spectre utilisant une démodulation différentielle de phase DP. La figure 2 annexée montre ainsi un récepteur comprenant une antenne 20, un oscillateur local 22, un multiplieur 24, un amplificateur 26, un filtre adapté 28, une ligne à retard 30, un multiplieur 32, un intégrateur 34 et un circuit de décision 36.

Le principe de fonctionnement de ce récepteur est le suivant.

Le filtre adapté 28 réalise l'opération de corrélation entre le signal reçu et la séquence d'étalement qui a été utilisée pour émettre les données. Le principe de la modulation différentielle de phase choisi à l'émission entraîne que l'information est portée par la différence de phase entre les signaux à la sortie du filtre adapté 28 et à la sortie de la ligne à retard 30. Cette information est restituée par le multiplieur 32.

A chaque trajet de propagation correspond un pic de corrélation à la sortie du multiplieur 32. Le rôle de l'intégrateur 34 consiste à prendre en compte les informations apportées par chacun des trajets de



propagation. Les trajets de propagation étant, dans un environnement à trajets multiples, statistiquement indépendants, on réalise donc bien, avec cette technique particulière de récepteur, un traitement à  
 5 base de diversité, dont l'ordre peut être élevé lorsque la réponse impulsionnelle est complexe. Le circuit de décision 26 permet de récupérer la donnée émise et, en outre, de régénérer l'horloge.

Dans la pratique, on peut traiter les signaux  
 10 comme illustré sur la figure 3 annexée. Le récepteur représenté comprend deux voies analogues, l'une pour traiter la partie I du signal en phase avec la porteuse et l'autre pour traiter la partie Q en quadrature avec cette même porteuse.

15 La voie I comprend des premiers moyens de filtrage adaptés 50(I), aptes à remplir une première fonction de filtrage correspondant à la séquence pseudo-aléatoire utilisée à l'émission ; ces premiers moyens délivrent des échantillons  $I_k$ . La voie I comprend encore des  
 20 premiers moyens de retard 60(I) aptes à remplir une première fonction de retard d'une durée égale à la période  $T_s$  des symboles et délivrant des échantillons  $I_{k-1}$ .

La voie Q comprend des seconds moyens de filtrage  
 25 adapté 50(Q), aptes à remplir une seconde fonction de filtrage, correspondant toujours à la séquence pseudo-aléatoire ; ces seconds moyens délivrent des échantillons  $Q_k$  ; la voie Q comprend en outre des seconds moyens de retard 60(Q) aptes à remplir une  
 30 fonction de retard d'une durée  $T_s$  et délivrant des échantillons  $Q_{k-1}$ .

Le multiplieur 70 délivre des combinaisons de produits de ces échantillons et notamment un signal noté  $\text{Dot}(k)$  qui est égal à  $I_k I_{k-1} + Q_k Q_{k-1}$  et un signal noté  $\text{Cross}(k)$  égal à  $Q_k I_{k-1} - I_k Q_{k-1}$ . Le circuit de la figure 3 se complète par un circuit 90 traitant les signaux  $\text{Dot}(k)$  et  $\text{Cross}(k)$  et délivrant un signal d'horloge H et les données D. Un moyen de programmation 72 pilote l'ensemble.

Cette solution ne remédie pas au problème général de ce type de récepteur dû à ce que le signal de sortie du démodulateur représente tantôt un signal proportionnel à l'énergie véhiculée sur un trajet de propagation donné (énergie égale au carré de l'amplitude de l'écho reçu), tantôt du bruit.

Le simple traitement d'intégration, effectué dans un récepteur différentiel de type connu, correspond donc à la somme non seulement des énergies véhiculées par tous les trajets de propagation mais également des signaux non représentatifs de trajets de propagation, ce qui détériore le rapport signal sur bruit. En d'autres termes, dans cette technique, on n'isole pas les pics de corrélation.

Une technique a cependant été imaginée pour tenter de s'affranchir du bruit existant entre les pics de corrélation. Il s'agit de la technique appelée RAKE (signifiant "râteau" en anglais). Elle consiste à isoler un certain nombre de trajets de propagation et à ajouter uniquement les énergies véhiculées par ces trajets. Dans cette approche, un certain nombre de filtres adaptés (corrélateurs) permettent de sonder un

canal et donc de placer les dents du "râteau", d'autres corrélateurs permettant de traquer les trajets les plus énergétiques. Un traitement permet ensuite de sommer les carrés des amplitudes des trajets retenus.

5 Sur les architectures de type RAKE utilisant une modulation cohérente, on peut se reporter à l'article intitulé "ASIC Implementation of a Direct-Sequence Spread-Spectrum RAKE-Receiver" par Stephen D. LINGWOOD, Hans KAUFMANN, Bruno HALLER, publié dans IEEE Vehicular  
10 Technology Conference VTC'94, Stockolm, Juin 1994, pp. 1-5.

Mais cette solution présente encore des inconvénients :

- 15 - de façon pratique, seul un nombre limité de trajets de propagation peuvent être traqués (2 à 4 en pratique dans les réalisations connues) ; dans le cas de réponse impulsionnelle longue faisant apparaître un grand nombre de trajets distincts, l'ordre de  
20 diversité (c'est-à-dire le nombre d'informations statistiquement indépendantes traitées simultanément) est donc limité ; on n'utilise pas toute l'information véhiculée par le canal de transmission,
- 25 - les corrélateurs qui permettent de sonder le canal pour positionner les dents du râteau doivent avoir une agilité très grande pour pouvoir s'adapter à d'éventuelles variations rapides du canal de transmission (modulation  
30 cohérente).

Pour tenter de remédier à ces inconvénients, il faut reconsidérer la nature du signal à traiter et essayer d'imaginer un traitement satisfaisant. Dans le cas d'une modulation de phase à 2 états dite DPSK ("Differential Phase Shift Keying"), seul le signal Dot(k) doit être analysé pour retrouver les données émises. Le signal Cross(k) peut cependant être utilisé pour effectuer un contrôle automatique de fréquence.

Un signal Dot, dans le cas où il n'existe qu'un seul trajet de propagation entre l'émetteur et le récepteur, est constitué de pics tantôt positifs tantôt négatifs, selon la valeur de l'information binaire transmise. L'intervalle entre deux pics consécutifs correspond à la durée  $T_s$  d'un symbole.

Dans le cas d'une modulation de phase à 4 états dite DQPSK (Q pour "Quaternary"), les deux signaux Dot et Cross doivent être examinés simultanément pour retrouver les données émises.

Dans le cas de plusieurs trajets, les pics sont doubles, triples, quadruples, etc... pour chaque symbole, le nombre de pics détectés étant égal au nombre de trajets empruntés par l'onde radioélectrique entre émetteur et récepteur.

Un simple intégrateur, comme l'intégrateur 24 de la figure 1, intégré dans le circuit 90 de la figure 2, intégrera tous les signaux présents, c'est-à-dire à la fois les pics (correspondant à une information vraie), et le bruit (ne correspondant à aucune information). Le signal à bruit est donc faible.

Le brevet français FR-A-2 752 330 au nom du présent Demandeur décrit un moyen pour remédier à cet

inconvenient. Le signal obtenu en prenant la somme des carrés des signaux  $\text{Dot}(k)$  et  $\text{Cross}(k)$ , puis en extrayant la racine carrée de cette somme, reflète directement la distribution énergétique des différents trajets de propagation, chaque pic ayant pour amplitude l'énergie véhiculée par le trajet correspondant. Selon ce document, on mesure donc, d'abord, une quantité  $E(k)$  définie par :

$$E(k) = [\text{Dot}(k)^2 + \text{Cross}(k)^2]^{1/2}.$$

On effectue ensuite une opération de moyenne de l'énergie  $E(k)$  sur quelques symboles, c'est-à-dire sur quelques valeurs du rang  $k$ . Le nombre  $N$  symboles pris en compte pour cette estimation de la moyenne doit correspondre à une durée inférieure au temps de cohérence du canal, c'est-à-dire au temps au-delà duquel deux ondes distinctes de même origine n'interfèrent plus. On suppose que sur une durée égale à  $N$  fois la durée  $T_s$  d'un symbole, le canal de transmission garde ses propriétés de cohérence (hypothèse dite "de stationnarité").

A l'aide de cette moyenne  $E^{\text{moy}}$ , on pondère ensuite les signaux instantanés  $\text{Dot}(k)$  et  $\text{Cross}(k)$ , par exemple par simple multiplication de  $\text{Dot}(k)$  et  $\text{Cross}(k)$  par la valeur  $E^{\text{moy}}$ . On obtient ainsi deux nouveaux signaux dits pondérés, soit  $\text{Dot}(k)^{\text{moy}}$  et  $\text{Cross}(k)^{\text{moy}}$ . C'est sur ces signaux pondérés, reflétant la moyenne de l'énergie sur plusieurs symboles, que l'on effectue ensuite le traitement d'intégration sur une période  $T_s$  du symbole, puis la régénération de l'horloge et la récupération des données.

Le moyennage de la sortie instantanée permet de garder, sur les sorties  $\text{Dot}^{\text{moy}}$  et  $\text{Cross}^{\text{moy}}$ , les pics correspondants à des trajets de propagation (compte tenu de l'hypothèse de stationnarité du canal sur les quelques symboles utilisés) et de diminuer de façon très importante le niveau de bruit généré par l'environnement électromagnétique, un glissement fréquentiel ou une rotation de phase.

Les avantages obtenus sont alors les suivants :

- 10        - amélioration du rapport signal sur bruit des sorties  $\text{Dot}^{\text{moy}}$  et  $\text{Cross}^{\text{moy}}$  avant les étages d'intégration, de récupération de l'horloge et de restitution des données binaires émises,
- 15        - prise en compte de toutes les énergies de tous les trajets de propagation (contrairement aux architectures de type RAKE),
- 20        - obtention simple d'une estimation de la réponse impulsionnelle du canal de transmission, sans limitation à un certain nombre de chemins considérés comme les plus énergétiques.

La figure 4, annexée, illustre un récepteur conforme à ce document. Ce récepteur comprend des moyens déjà décrits sur la figure 3 et qui portent les mêmes références numériques. Il comprend en outre un circuit 100 disposé entre le multiplieur 70 et le circuit 90 de restitution des données et de régénération de l'horloge. Un exemple de ce circuit 100 est illustré sur la figure 5. Il comprend un circuit 110 de calcul de l'énergie E, un circuit 120 de calcul

de la moyenne  $E^{moy}$ , et un circuit 130 de pondération des signaux Dot et Cross (dans la suite, pour simplifier, le rang k sera omis dans les notations). Le circuit 130 délivre les signaux pondérés par la moyenne, soit Dot<sup>moy</sup> et Cross<sup>moy</sup>, signaux pondérés qui sont ensuite appliqués au circuit 90.

Le document cité illustre un mode possible de réalisation de ces circuits (cf. figure 8 du document).

Si cette technique de combinaison des trajets multiples préconisée par le document 2 757 330 conduit bien aux avantages annoncés, ces avantages sont liés à la modulation différentielle DP mais ne profite pas à une modulation MOK telle que décrite plus haut. La présente invention a justement pour but de combiner ces différentes techniques pour combiner leurs avantages.

### **Exposé de l'invention**

Selon une première caractéristique de l'invention, on utilise une démodulation mixte en ce sens qu'elle reprend en partie la modulation MOK et en partie la modulation différentielle de phase DP. Cette dernière étant de type différentiel, la démodulation est non cohérente. Une partie des bits de chaque symbole est donc transmise selon la technique MOK, et une autre est transmise selon la technique DP, avec étalement de spectre par la séquence pseudo-aléatoire sélectionnée dans la partie MOK. En réception, on restitue d'abord la séquence pseudo-aléatoire utilisée à l'émission par filtrages parallèles adaptés, donc une partie des bits du symbole, et l'on démodule différenciellement le

signal filtré approprié pour retrouver l'autre partie des bits. On conserve ainsi les avantages propres à chaque modulation/démodulation tout en augmentant l'efficacité spectrale.

5        Pour souligner le caractère mixte de son procédé, le Demandeur le désigne par l'abréviation "DP-MOK", qui rend compte du caractère différentiel de la partie démodulation de phase, et sa combinaison avec la technique MOK.

10        On peut observer qu'une telle combinaison de la technique de modulation/démodulation MOK et de la technique DP semblait a priori contre nature pour la raison suivante : en démodulation MOK, les signaux successifs correspondant à des symboles successifs  
15        apparaissent sur des voies différentes puisque, en général, les symboles successifs étant différents, il leur correspond des codes différents. Or, en démodulation DP, on doit traiter, sur la même voie, un signal et le signal précédent. A priori donc, ces deux  
20        techniques supposent des connexions différentes. La combinaison selon la première caractéristique de l'invention nécessite donc une commutation (ou une connexion) particulière entre la partie MOK et la partie DP.

25        Selon une seconde caractéristique de l'invention, on réalise dans la partie démodulation différentielle, une combinaison des trajets par pondération des pics et on utilise cette pondération dans la partie MOK, avant sélection de la voie la plus énergique. Le traitement  
30        de la diversité s'effectue donc aussi dans la partie MOK par pondération des énergies de chaque voie. En



d'autres termes, l'estimation du canal de transmission s'effectue dans la partie DP mais est exploitée à la fois dans la partie DP et dans la partie MOK.

5        Il faut observer que le document US-A-5 692 007 décrit déjà un récepteur à modulations combinées différentielle de phase (DP) et à signaux orthogonaux multiples (MOK). Mais le récepteur décrit est une version simplifiée d'un récepteur cohérent, où la phase  
10    est estimée à chaque symbole à l'aide d'une table et où la démodulation différentielle est effectuée en soustrayant la phase de deux symboles consécutifs. Il ne s'agit donc pas d'une réception non cohérente comme dans la présente invention. Par ailleurs, dans ce  
15    document, on ne tient pas compte des trajets multiples de propagation à l'aide d'une structure RAKE.

De façon précise, la présente invention a pour objet un procédé de réception non cohérente d'un signal  
20    à étalement de spectre et à modulation mixte DP-MOK avec combinaison de trajets multiples, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

A) on traite le signal dans une pluralité de M voies en parallèle ; dans chaque voie, on  
25    filtre le signal par un filtre adapté à une séquence pseudo-aléatoire propre à la voie ; on mesure l'énergie du signal filtré ; on pondère cette énergie par un facteur de pondération ; on détermine la voie contenant  
30    le signal pondéré le plus puissant ; on décode

le numéro de cette voie pour restituer des premiers symboles d'information (mMOK) ;

5 B) on sélectionne le signal filtré ayant la plus forte énergie, on effectue une démodulation différentielle de phase de ce signal, ce qui produit de multiples pics de corrélation correspondant aux trajets multiples ; on calcule l'énergie de ces pics ; on pondère cette énergie par ledit facteur de pondération ; on décode cette énergie pondérée pour restituer des seconds symboles d'information (mDP) ;

10 C) on effectue la moyenne des pics de corrélation sur une durée déterminée correspondant à plusieurs symboles d'information, cette moyenne constituant ledit facteur de pondération agissant à la fois sur l'énergie du signal filtré dans chaque voie et sur l'énergie des pics de corrélation.

20

La présente invention a également pour objet un récepteur non cohérent pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

25 A) une pluralité de M voies en parallèle, chaque voie comprenant un filtre adapté à une séquence pseudo-aléatoire propre à la voie ; un circuit de mesure de l'énergie du signal filtré ; un circuit de pondération de cette énergie par un facteur de pondération ; des  
30 moyens pour déterminer la voie contenant le

signal pondéré de plus forte énergie ; un décodeur MOK recevant le numéro de cette voie et restituant, en réponse, des premiers symboles d'information (mMOK) ;

- 5           B) des moyens pour sélectionner le signal filtré ayant la plus forte énergie ; un démodulateur différentiel de phase, lequel produit de multiples pics de corrélation correspondant à des trajets multiples ; un circuit de
- 10           pondération de l'énergie des pics par ledit facteur de pondération ; un décodeur restituant des seconds symboles d'information (mDP) ;
- 15           C) des moyens de calcul de l'énergie moyenne des pics de corrélation sur une durée déterminée correspondant à plusieurs symboles d'information, cette moyenne constituant ledit
- 20           facteur de pondération, la sortie de ces moyens étant reliée à la fois aux circuits de pondération des différentes voies et au circuit de pondération de l'énergie des pics de corrélation.

#### **Brève description des dessins**

- 25           - la figure 1, déjà décrite, illustre un récepteur MOK ;
- la figure 2, déjà décrite, illustre un récepteur connu pour transmission différentielle à étalement de spectre par
- 30           séquence directe ;

- la figure 3, déjà décrite, illustre un circuit numérique connu, pour le traitement de signaux I et Q ;
- 5 - la figure 4, déjà décrite, montre le schéma synoptique d'un récepteur à démodulation différentielle avec combinaison des trajets multiples ;
- la figure 5, déjà décrite, montre le schéma synoptique de moyens permettant le calcul de l'énergie et de la moyenne et l'opération de pondération ;
- 10 - la figure 6 illustre la première caractéristique de l'invention liée au caractère mixte des démodulations mises en oeuvre (DP et MOK) ;
- 15 - la figure 7 illustre la seconde caractéristique de l'invention liée à la pondération effectuée à la fois dans la partie DP et dans la partie MOK ;
- 20 - la figure 8 représente le taux d'erreur binaire en fonction du rapport signal sur bruit pour plusieurs types de démodulations.

## 25 Description détaillée de modes particuliers de réalisation

Le récepteur représenté sur la figure 6 comprend une entrée générale E reliée à une pluralité de M voies en parallèle, avec des filtres 201, 202, 203, ..., 20M adaptés aux séquences pseudo-aléatoires d'étalement  
30 utilisées à l'émission, des circuits 211, 212, 213, ..., 21M de calcul de la puissance des signaux filtrés,

un circuit 230 pour déterminer la voie contenant le signal filtré le plus puissant, ce circuit possédant deux sorties 231, 232, la première délivrent le numéro de la voie contenant le signal filtré de plus forte  
5 énergie, un décodeur MOK 250 qui, à partir de ce numéro, délivre les mMOK premières données qui correspondent à ce code particulier.

Le récepteur comprend encore un circuit 240 du type démultiplexeur apte à sélectionner le signal  
10 filtré ayant la plus forte énergie, ce démultiplexeur étant commandé par le signal délivré par une seconde sortie 232 du circuit 230, un démodulateur différentiel 260 comprenant des moyens déjà décrits en liaison avec la figure 2 (20, 22, 24) ou avec la figure 3 (60(I),  
15 60(Q), 70), et un décodeur 270 apte à restituer les mDP secondes données transmises par cette modulation différentielle.

Un circuit 280 regroupe ces premières et secondes données pour délivrer sur une sortie générale S le  
20 symbole transmis avec ses m données avec  $m = m\text{MOK} + m\text{DP}$ .

Le récepteur représenté sur la figure 7 reprend les moyens du récepteur de la figure 6, avec les mêmes références numériques et fait apparaître les moyens de prise en compte de la diversité. Ces moyens comprennent  
25 un ensemble 265 de calcul du coefficient de pondération, cet ensemble comprenant, par exemple, un circuit 110 de calcul de l'énergie E des pics de corrélation et un circuit 120 de calcul de la moyenne  $E^{\text{moy}}$  de cette énergie comme sur la figure 5. Cette  
30 énergie moyenne sert à pondérer, dans un circuit 130, le signal délivré par le circuit 260 (par exemple les

signaux Dot et Cross) comme sur la figure 4, et également à pondérer, dans des circuits de pondération 221, 222, 223, ..., 22M, les énergies calculées par les circuits précédents 211, 212, 213, ..., 21M. Cette  
 5 pondération est effectuée avant la sélection opérée par le circuit 230. Pour que la commutation s'effectue correctement, il faut retarder convenablement tous les signaux prélevés dans les voies, ce qui est représenté par la ligne à retard 235.

10

A titre d'exemple, pour choisir les valeurs de mMOK et mDP, on peut suivre les règles suivantes :

- mMOK grand (supérieur à 4 par exemple) conduit à un accroissement considérable de la complexité (l'accroissement est exponentiel) ;  
 15
- mDP grand (supérieur à 2 par exemple) entraîne une perte rapide de robustesse de la modulation dans les environnements difficiles.

Le choix de ces deux paramètres fait donc le plus souvent l'objet d'un compromis. A titre d'exemple, pour  
 20 des codes de longueur 32, où la partie DP est quaternaire (DQPSK) et où la partie MOK est réalisée avec  $M=8$  on pourra prendre  $m$  égal à 5 avec  $mMOK=3$  et  $mDP=2$ . L'efficacité spectrale obtenue est de  
 25 0,078 bps/Hz. En DQPSK classique, elle vaudrait 0,031 bps/Hz avec le même gain de traitement et 0,078 bps/Hz avec un gain de traitement ramené de 15 à 10 dB.

En termes de taux d'erreur binaire, la figure 8  
 30 (planche 1/5) montre les variations de ce taux TEB en fonction du rapport signal sur bruit  $E_b/N_0$  porté en

abscisses et exprimé en dB. La courbe A correspond à la modulation DQPSK classique avec un débit de 1 Mbps, la courbe B à la modulation MOK avec  $M=8$  à 1,5 Mbps et enfin la courbe C à la présente invention DP-MOK avec

5  $M=8$  et un débit de 2,5 Mbps.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de réception non cohérente d'un signal à étalement de spectre et à modulation mixte DP-MOK avec combinaison de trajets multiples, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- A) on traite le signal dans une pluralité de M voies en parallèle ; dans chaque voie, on filtre le signal par un filtre adapté à une séquence pseudo-aléatoire propre à la voie ; on mesure l'énergie du signal filtré ; on pondère cette énergie par un facteur de pondération ; on détermine la voie contenant le signal pondéré le plus puissant ; on décode le numéro de cette voie pour restituer des premiers symboles d'information (mMOK) ;
  - B) on sélectionne le signal filtré ayant la plus forte énergie ; on effectue une démodulation différentielle de phase de ce signal, ce qui produit de multiples pics de corrélation correspondant aux trajets multiples ; on calcule l'énergie de ces pics ; on pondère cette énergie par ledit facteur de pondération ; on décode cette énergie pondérée pour restituer des seconds symboles d'information (mDP) ;
  - C) on effectue la moyenne des pics de corrélation sur une durée déterminée correspondant à plusieurs symboles d'information, cette moyenne constituant ledit facteur de pondération agissant à la fois sur l'énergie



du signal filtré dans chaque voie et sur l'énergie des pics de corrélation.

2. Récepteur non cohérent pour signal à étalement  
5 de spectre et à modulation mixte DP-MOK pour la mise en  
oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé  
en ce qu'il comprend :

- 10 A) une pluralité de M voies en parallèle, chaque  
voie comprenant un filtre adapté (201, ..., 20M) à une séquence pseudo-aléatoire propre à  
la voie ; un circuit de mesure de l'énergie du  
signal filtré (211, ..., 21M) ; un circuit de  
pondération de cette énergie (221, ..., 22M)  
par un facteur de pondération ; des moyens  
15 (230) pour déterminer la voie contenant le  
signal pondéré de plus forte énergie ; un  
décodeur MOK (250) recevant le numéro de cette  
voie et restituant, en réponse, des premiers  
symboles d'information (mMOK) ;
- 20 B) des moyens (240) pour sélectionner le signal  
filtré ayant la plus forte énergie ; un  
démodulateur différentiel de phase (260),  
lequel produit de multiples pics de  
corrélation correspondant aux trajets  
25 multiples ; un circuit de pondération (130) de  
l'énergie des pics par ledit facteur de  
pondération ; un décodeur PSK (270) restituant  
des seconds symboles d'information (mDP) ;
- 30 C) des moyens (265) de calcul de l'énergie  
moyenne des pics de corrélation sur une durée  
déterminée correspondant à plusieurs symboles

5

d'information, cette moyenne constituant ledit facteur de pondération, la sortie de ces moyens (265) étant reliée à la fois aux circuits de pondération (221, ..., 22M) des différentes voies et au circuit de pondération (130) de l'énergie des pics de corrélation.

le numéro de cette voie pour restituer des premiers symboles d'information (mMOK) ;

5 B) on sélectionne le signal filtré ayant la plus forte énergie, on effectue une démodulation différentielle de phase de ce signal, ce qui produit de multiples pics de corrélation correspondant aux trajets multiples ; on calcule l'énergie de ces pics ; on pondère cette énergie par ledit facteur de  
10 pondération ; on décode cette énergie pondérée pour restituer des seconds symboles d'information (mDP) ;

C) on effectue la moyenne des pics de corrélation sur une durée déterminée correspondant à  
15 plusieurs symboles d'information, cette moyenne constituant ledit facteur de pondération agissant à la fois sur l'énergie du signal filtré dans chaque voie et sur l'énergie des pics de corrélation.

20

La présente invention a également pour objet un récepteur non cohérent pour la mise en oeuvre de ce procédé, caractérisé en ce qu'il comprend :

25 A) une pluralité de M voies en parallèle, chaque voie comprenant un filtre adapté à une séquence pseudo-aléatoire propre à la voie ; un circuit de mesure de l'énergie du signal filtré ; un circuit de pondération de cette énergie par un facteur de pondération ; des  
30 moyens pour déterminer la voie contenant le

1/5

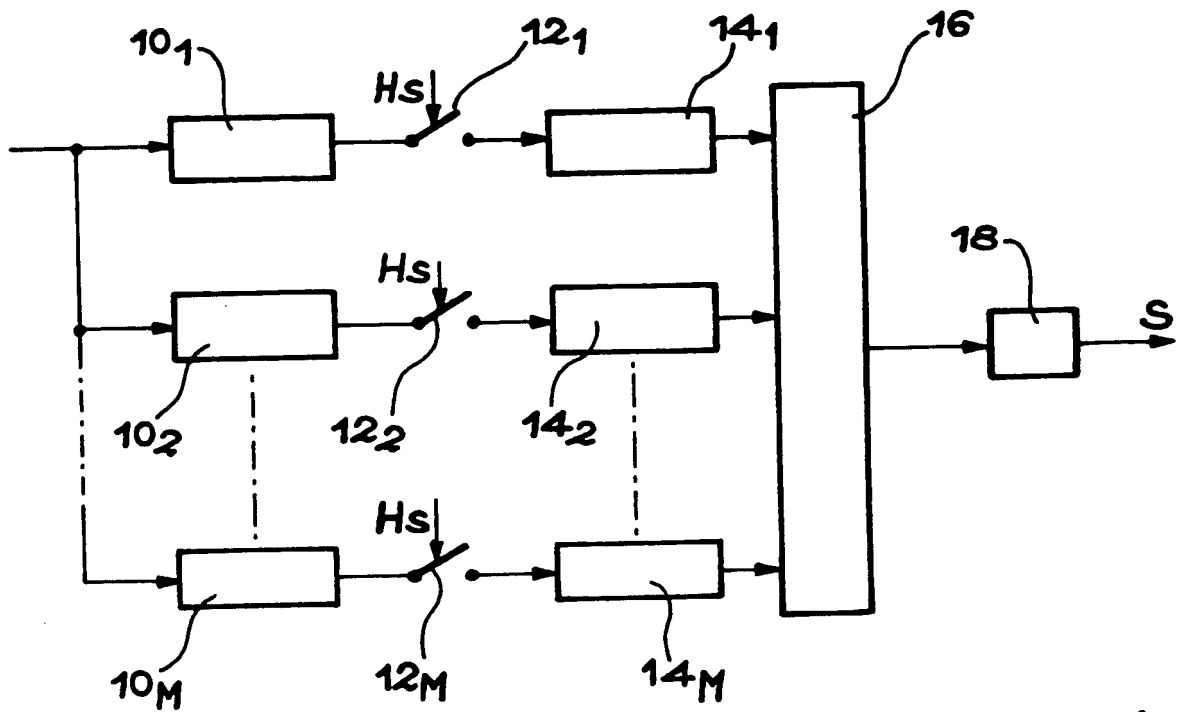


FIG. 1

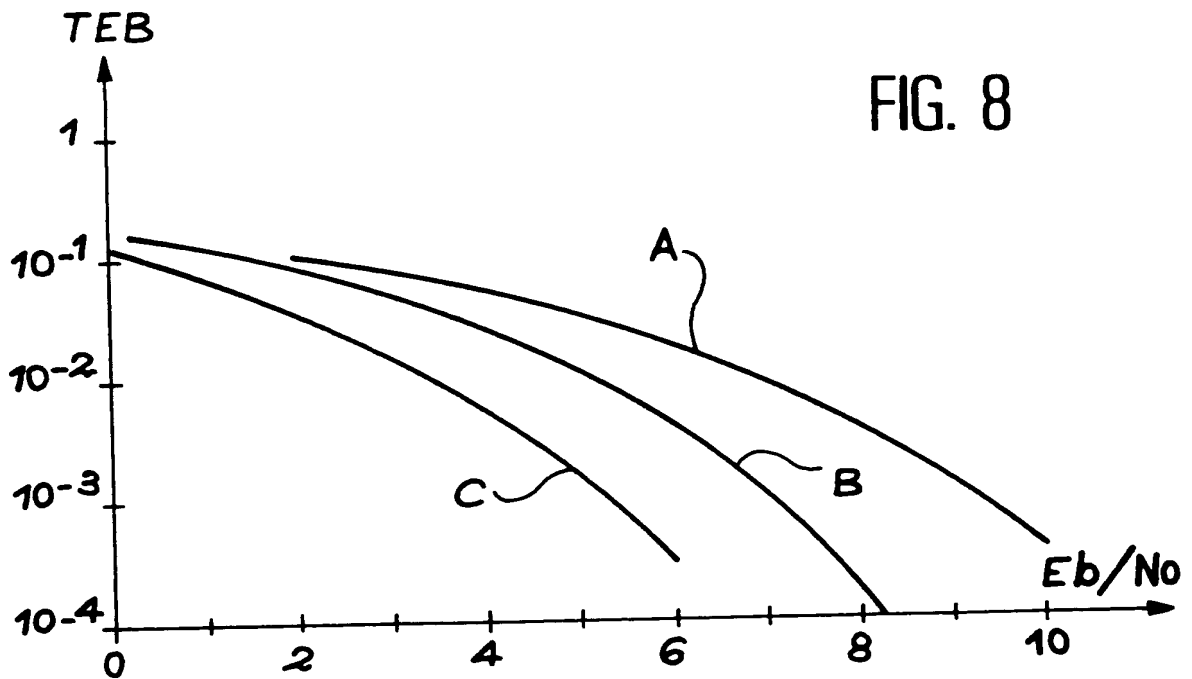


FIG. 8

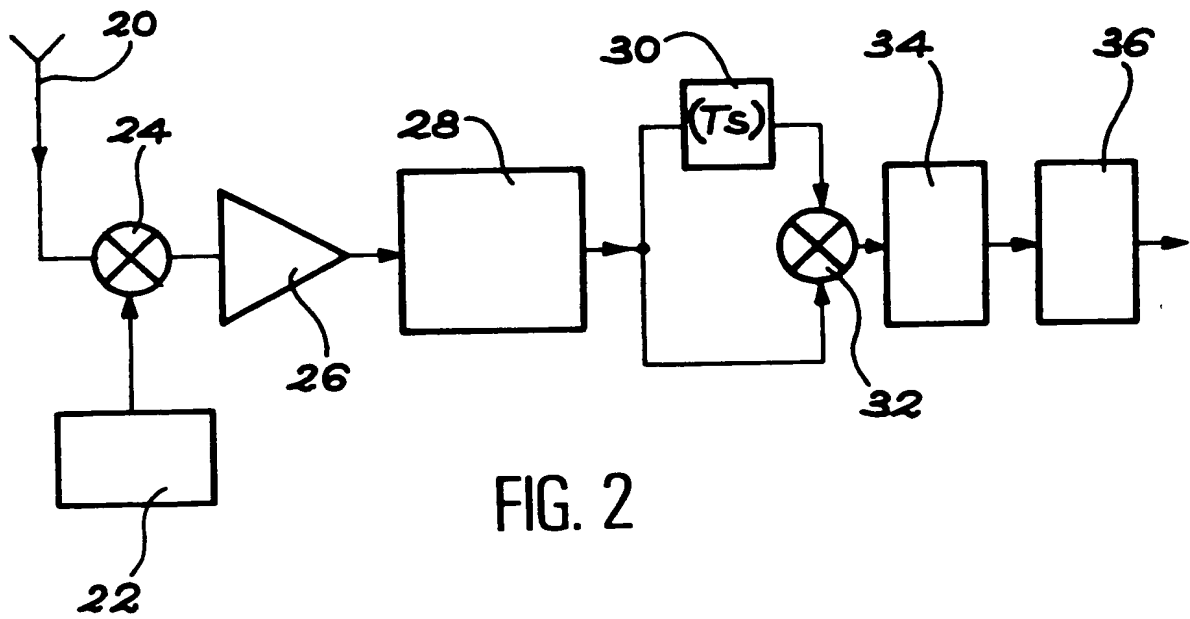


FIG. 2

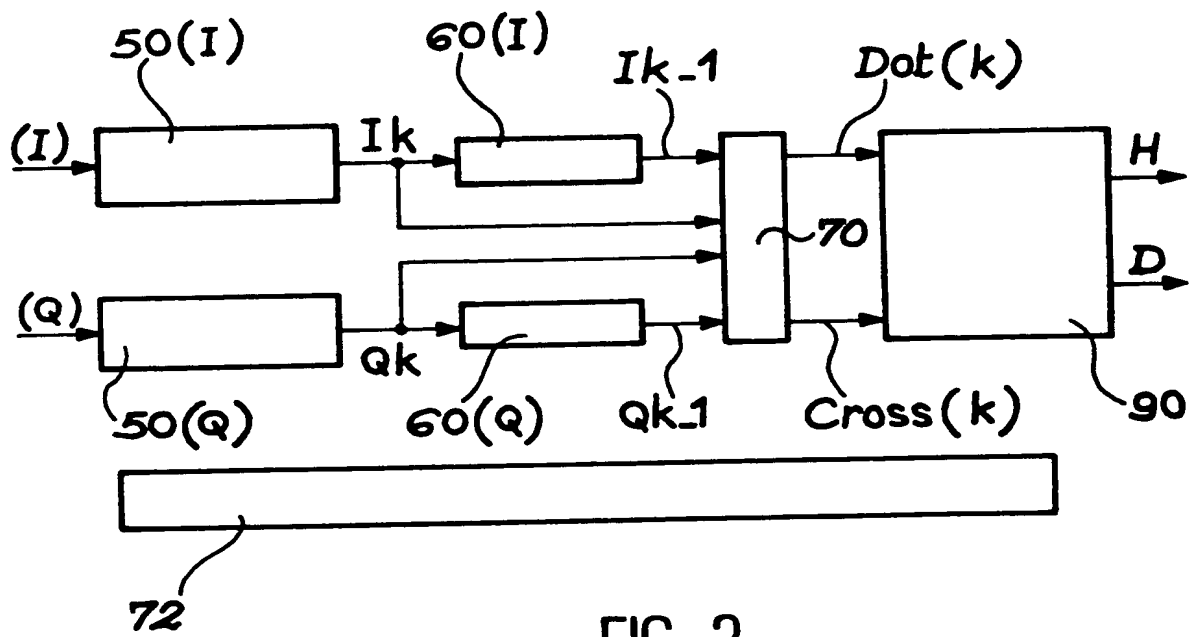


FIG. 3

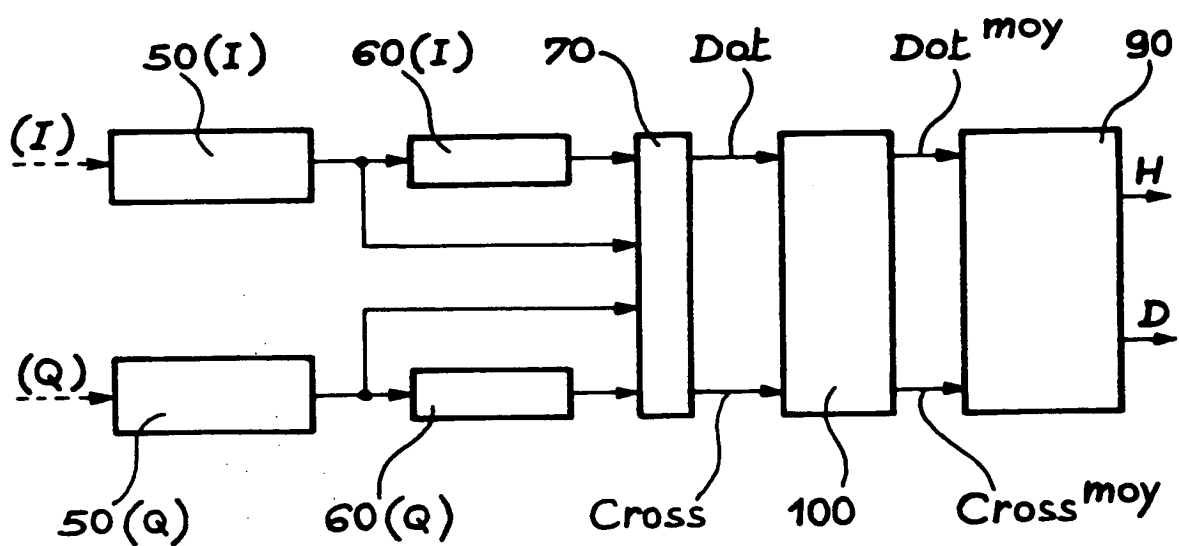


FIG. 4

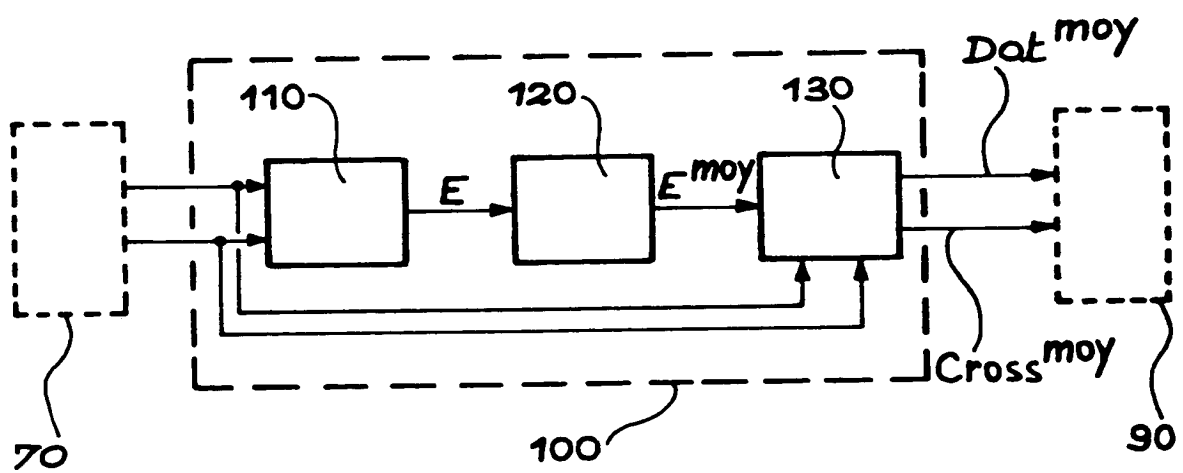


FIG. 5

FIG. 6

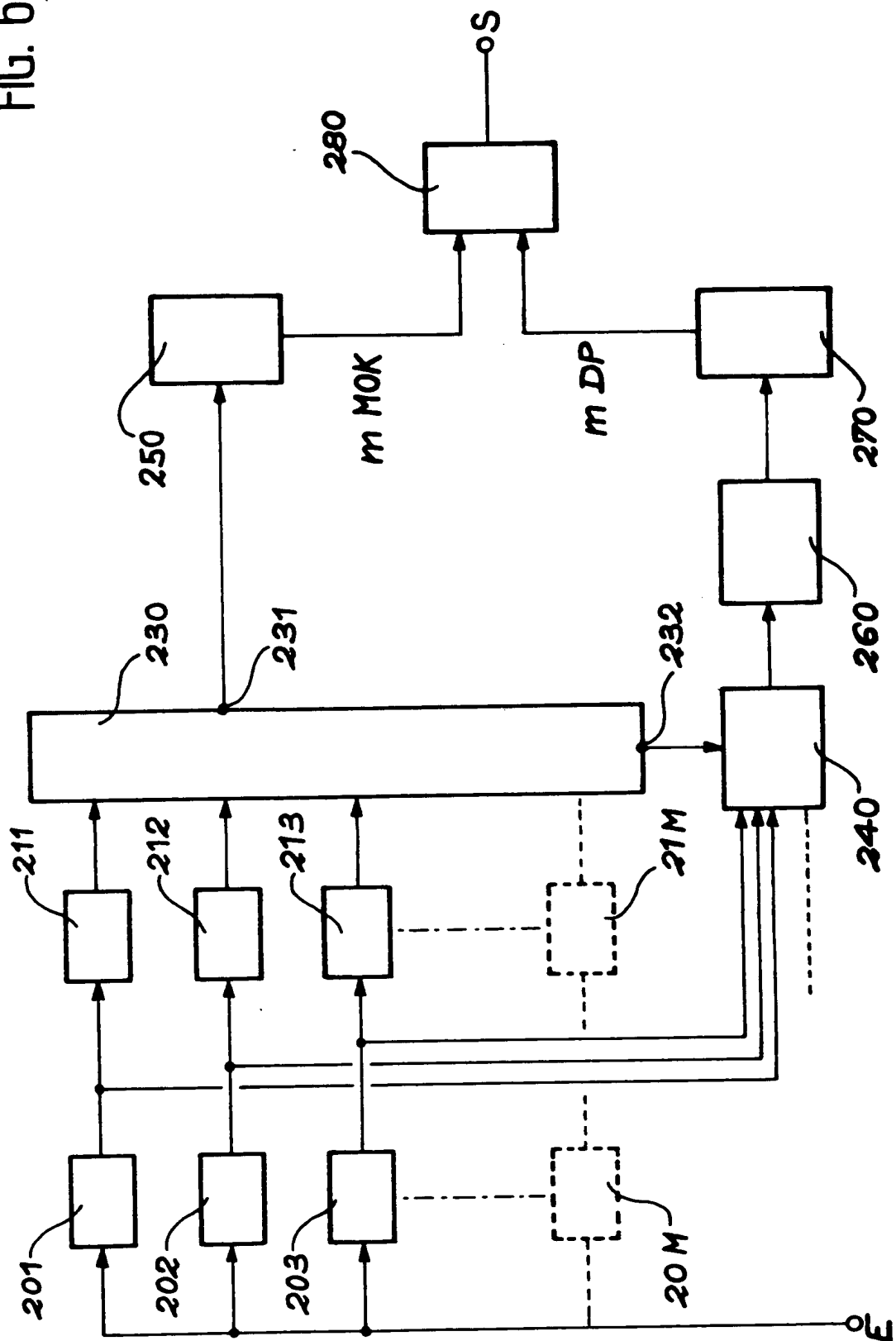
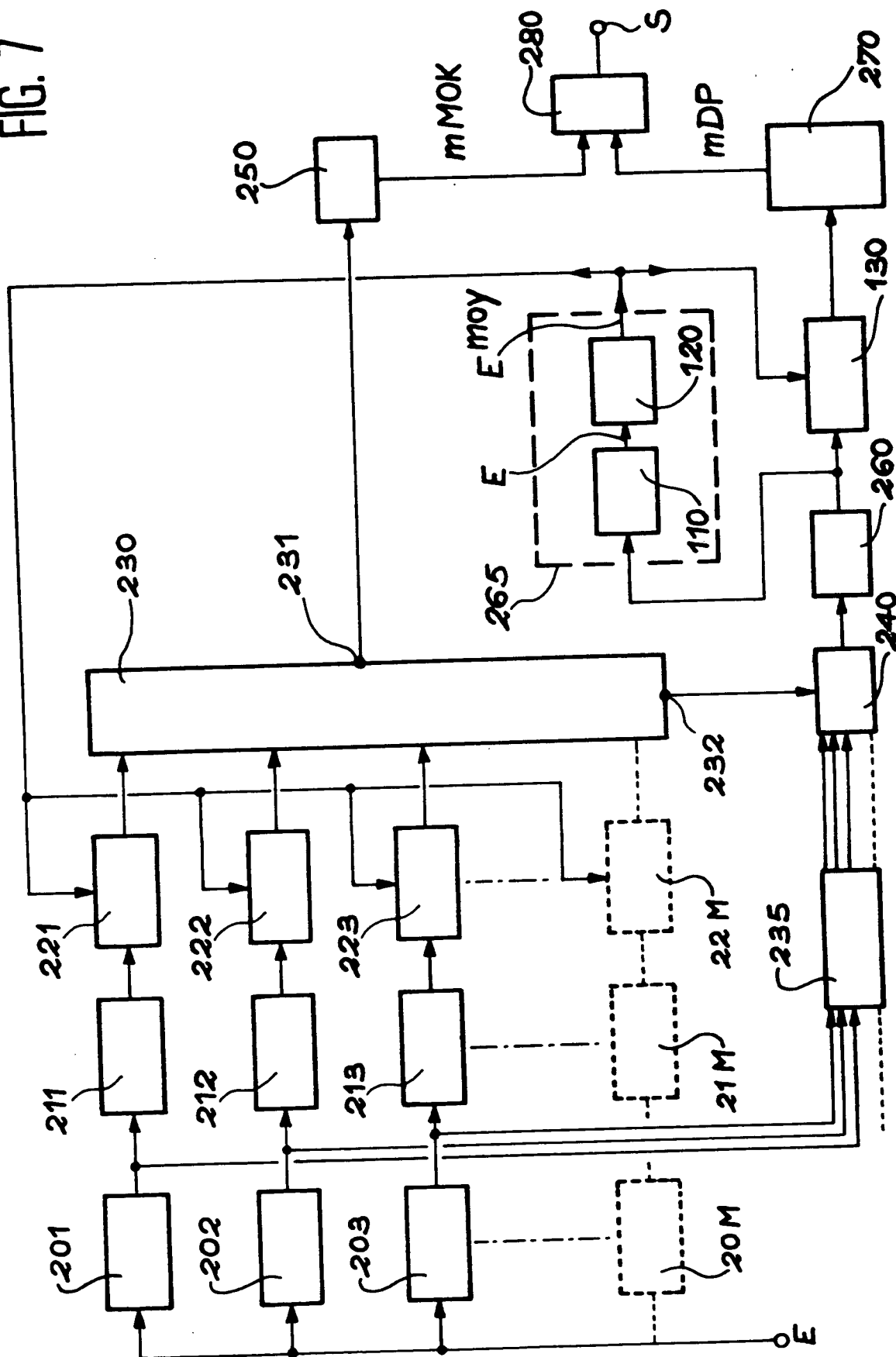


FIG. 7

5/5





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



22850

(703) 413-3000

DOCKET NO.: 213141082

INVENTOR: LAURENT DUVRY, ETAL

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**